



Daniel dos Santos Grohs

Efeito do porta-enxerto na composição mineral do vinho Cabernet Sauvignon

Luiz Antenor Rizzon¹

Alberto Miele¹

Resumo

Avicultura na Serra Gaúcha desenvolve-se em diferentes solos, os quais apresentam propriedades diferenciadas e podem exercer efeito na composição da uva e do vinho. Além disso, os vinhedos são formados com videiras enxertadas em vários porta-enxertos. Portanto, este estudo teve como objetivo determinar o efeito do porta-enxerto na composição mineral do vinho Cabernet Sauvignon. Os tratamentos consistiram dos seguintes porta-enxertos: Rupestris du Lot, 101-14, 3309, 420A, 5BB, 161-49, SO4, Solferino, P 1103, R 99, R 110, Gravesac, Fercal, Dogridge e Isabel. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 15 tratamentos, três repetições, 10 plantas por parcela. As uvas foram colhidas durante dois anos e o vinho foi feito em recipientes de vidro de 20 L. Concluídas as fermentações alcoólica e maloláctica, realizaram-se as análises de minerais por espectrofotometria de absorção atômica e emissão de chama. Os principais resultados mostram que o porta-enxerto teve efeito significativo ($p \leq 0,05$) nas concentrações de cálcio e magnésio do vinho Cabernet Sauvignon, mas isso provavelmente tenha sido devido à aplicação da calda bordalesa para controlar as doenças da videira. Os demais minerais não foram afetados ($p \geq 0,05$) pelo porta-enxerto. O ano teve efeito significativo ($p \leq 0,05$) na maior parte dos minerais, exceção ao manganês, cobre e ferro, mas o mesmo não ocorreu com a interação tratamento e ano.

Palavras-chave: videira, enxertia, enologia, composição.

¹Embrapa Uva e Vinho
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Autor correspondente:
luiz.rizzon@terra.com.br

Rootstock effect on the mineral composition of Cabernet Sauvignon wine

The development of viticulture in Serra Gaúcha takes place in a diversity of soils, which present different attributes and can have an effect on grape and wine composition. In addition, the vineyards are established with vines grafted on several rootstocks. Therefore, this study aimed to determine the effect of rootstock on the mineral composition of Cabernet Sauvignon wine. The treatments consisted of the following rootstocks: Rupestris du Lot, 101-14, 3309, 420A, 5BB, 161-49, SO4, Solferino, 1103 P, 99 R, 110 R, Gravesac, Fercal, Dogridge and Isabel. The experimental design was in randomized blocks, with 15 treatments, three replicates and 10 plants per plot. The grapes were harvested for two years and the wine was made in glass recipients of 20 L. After the alcoholic and malolactic fermentations were finished, the analyses of minerals were performed by atomic absorption spectrophotometry and flame emission. The main results show that the rootstock had effect ($p \leq 0.05$) on the calcium and magnesium concentrations of Cabernet Sauvignon wine, but this result seems to have been due to the Bordeaux mixture applied on grapevines to control diseases. The other minerals were not affected ($p \geq 0.05$) by the rootstock. Most minerals were affected by year, except manganese, copper and iron; however there was no interaction between treatment and year.

Key words: grapevine, grafting, enology, composition.

Introdução

Na maioria das regiões vinícolas do mundo, os vinhedos são formados com videiras enxertadas. Isso é devido à possibilidade de as raízes das videiras serem atacadas pela filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), o que pode danificá-las e impactar seu rendimento, a qualidade da uva e do vinho e, conseqüentemente, a economia da propriedade. Portanto, a escolha do porta-enxerto depende da interação entre o porta-enxerto, a copa e o ambiente.

As características, a tipicidade e a qualidade do vinho constituem-se em tema complexo, dependendo principalmente da genética da videira, do ambiente, das práticas culturais utilizadas no vinhedo e dos procedimentos enológicos durante o processo de vinificação. Dentre os principais grupos de substâncias que compõem o vinho, destacam-se os ácidos orgânicos, os compostos fenólicos, os minerais e as substâncias aromáticas.

A enxertia da videira é uma das práticas culturais que podem influenciar os componentes de produção (MIELE; RIZZON, 2017), o qual, por sua vez, pode ter efeito na composição da uva (MIELE et al., 2009;

LEÃO et al., 2011; JOGIAIAH et al., 2013; CHOU; LI, 2014; GONG et al., 2014; SOUZA et al., 2015). Em consequência, pode afetar também a composição mineral do vinho (MAIN et al., 2002; ATTIA et al., 2007; WALKER et al., 2010; HARBERTSON; KELLER, 2012; WALKER; BLACKMORE, 2012).

Como alguns desses trabalhos mostram resultados divergentes e o solo pode desempenhar um papel importante na composição do vinho (KELLER et al., 2012), conduziu-se este experimento para determinar a composição mineral do vinho Cabernet Sauvignon de uvas provenientes de videiras enxertadas em diferentes porta-enxertos e cultivadas num Cambissolo da Serra Gaúcha.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos ciclos vegetativos de 1998/1999 e 1999/2000 na Embrapa Uva e Vinho. O solo do vinhedo era um Cambissolo (FLORES et al., 2012), o qual foi corrigido antes do plantio das estacas

dos porta-enxertos. Entretanto, não se avaliou a presença de fungos, insetos e nematoides.

Os dados relacionados ao vinhedo, como preparo do solo, plantio das estacas de porta-enxertos, enxertia, formação do sistema de sustentação da videira, espaçamento entre fileiras e entre plantas, poda seca, manejo do dossel vegetativo e controle de doenças, pragas e ervas daninhas são descritos em artigo de Miele e Rizzon (2017).

Os tratamentos consistiram de plantas Cabernet Sauvignon (CS) enxertadas em 15 porta-enxertos, quais sejam Rupestris du Lot, 101-14, 3309, 420A, 5BB, 161-49, SO4, P 1103, R 99, R 110, Solferino (nome local de um porta-enxerto desconhecido), Gravesac, Fercal, Dogridge e Isabel. Na realidade, a Isabel não é um porta-enxerto, mas o cultivar mais difundido na Serra Gaúcha, cuja produção se destina a vários propósitos, sendo a elaboração de vinho de consumo corrente e de suco de uva os principais.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, 15 tratamentos e três repetições com 10 plantas por parcela. A área de cada bloco foi de 675 m² e de todo experimento, de 2.025 m².

A maturação da uva foi avaliada determinando os sólidos solúveis totais (°Brix) das uvas de todas as parcelas com um refratômetro manual. Quando o teor do °Brix estabilizou, colheram-se as uvas no mesmo dia, colocando-as em caixas de plástico. A seguir, elas foram levadas ao Laboratório de Microvinificação, onde foram pesadas e processadas, separando as bagas das ráquis. A uva esmagada foi, então, transferida para recipientes de vidro de 20 L, adicionando-se, em cada um deles, 50 mg.L⁻¹ de SO₂. Não foi feita a correção do mosto com sacarose. Em continuação, adicionou-se 0,20 g.L⁻¹ de levedura seca ativa (*Saccharomyces cerevisiae*) em cada recipiente, os quais foram fechados com válvulas de Müller contendo água para evitar a entrada de ar. Houve condições, portanto, para a realização da maceração e da fermentação alcoólica, a qual se estendeu durante oito dias. Nesse período, realizaram-se duas remontagens diárias. Após, o bagaço foi prensado e o vinho separado e transferido para recipientes de vidro de 9 L, os quais também foram fechados com válvulas de Müller e armazenados a 24°C±1°C até, praticamente, todo o açúcar ter sido transformado em etanol. A fermentação malolática ocorreu naturalmente, sendo avaliada por cromatografia de papel. Finalmente, adicionaram-se 50 mg.L⁻¹ de SO₂,

transferindo-se os vinhos para garrafas de vidro (750 mL), as quais foram fechadas com rolha de cortiça e armazenadas a 15°C.

Os cátions foram analisados num espectrofotômetro de absorção atômica marca Perkin Elmer, modelo 2380, com módulo de atomização em chama. Os cátions potássio (K), sódio (Na) e rubídio (Rb) foram determinados por emissão de chama, enquanto que o cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), por absorção atômica (PERKIN ELMER, 2000). Misturas de acetileno/ar foram empregadas nas proporções recomendadas pelo fabricante do aparelho para os diferentes elementos. Os minerais Mn, Cu, Fe, Zn e Rb foram analisados diretamente no vinho, enquanto que o Mg, K e Na foram diluídos em água deionizada ultrapura com qualidade MilliQ, e o Ca diluído em solução de óxido de lantânio e ácido clorídrico (ORDOÑEZ et al., 1983). As análises com absorção atômica foram realizadas utilizando padrões Merck. As concentrações foram calculadas através de comparação com uma curva de calibração para cada cátion analisado. O fósforo (P) foi determinado por colorimetria, utilizando-se o molibdato de amônio (TEDESCO et al., 1995).

Os dados da média dos dois anos foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

O efeito do porta-enxerto na concentração de minerais do vinho Cabernet Sauvignon de 1999 é mostrado na Tabela 1 e de 2000 na Tabela 2. As médias desses dois anos, com dados da análise de variância e do teste de comparação de médias estão na Tabela 3.

Os resultados da média dos dois anos avaliados mostram que o porta-enxerto teve efeito significativo ($p \leq 0,05$) nas concentrações de cálcio e magnésio do vinho Cabernet Sauvignon. Os demais minerais avaliados, ou seja, fósforo, potássio, sódio, manganês, cobre, ferro, zinco e rubídio não foram afetados significativamente ($p \geq 0,05$) pelo porta-enxerto. O ano, entretanto, teve efeito significativo ($p \leq 0,05$) para a maior parte dos minerais, exceção ao manganês, cobre e ferro. Mas a interação entre porta-enxerto e ano não foi significativa ($p \geq 0,05$) (Tabela 3).

A concentração de cálcio foi maior ($p \leq 0,05$) no vinho

Tabela 1. Concentração de minerais no vinho Cabernet Sauvignon em função do porta-enxerto - safra 1999.

| Porta-enxerto | Minerais (mg.L ⁻¹) | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | P | K | Ca | Mg | Na | Mn | Cu | Fe | Zn | Rb |
| Rupestris du Lot | 75,7 | 1.342 | 78,4 | 80,1 | 4,07 | 1,70 | 0,13 | 1,77 | 0,13 | 9,00 |
| 101-14 | 73,6 | 1.285 | 83,5 | 83,6 | 3,97 | 1,87 | 0,13 | 1,83 | 0,23 | 7,60 |
| 3309 | 70,8 | 1.477 | 77,7 | 76,5 | 4,23 | 1,60 | 0,13 | 1,77 | 0,17 | 8,43 |
| 420A | 58,8 | 1.162 | 84,4 | 76,0 | 3,43 | 1,77 | 0,13 | 1,70 | 0,13 | 8,43 |
| 5BB | 48,9 | 1.400 | 80,6 | 72,6 | 4,27 | 1,73 | 0,13 | 1,53 | 0,17 | 7,13 |
| 161-49 | 51,2 | 1.141 | 83,5 | 79,4 | 3,87 | 1,53 | 0,17 | 1,77 | 0,23 | 7,00 |
| SO4 | 49,7 | 1.291 | 85,6 | 72,2 | 3,17 | 1,63 | 0,10 | 1,50 | 0,10 | 7,33 |
| Solferino | 40,4 | 1.367 | 85,6 | 72,2 | 3,87 | 1,73 | 0,10 | 2,03 | 0,20 | 7,63 |
| P 1103 | 79,1 | 1.276 | 78,7 | 77,4 | 4,03 | 1,83 | 0,13 | 1,83 | 0,20 | 8,03 |
| R 99 | 58,5 | 1.222 | 79,1 | 77,8 | 3,63 | 1,70 | 0,10 | 1,83 | 0,10 | 6,93 |
| R 110 | 67,7 | 1.128 | 80,0 | 74,5 | 3,63 | 1,70 | 0,10 | 1,73 | 0,13 | 7,17 |
| Gravesac | 69,1 | 1.331 | 78,2 | 74,6 | 3,47 | 1,70 | 0,13 | 1,67 | 0,13 | 7,70 |
| Fercal | 57,8 | 1.290 | 77,7 | 73,9 | 3,80 | 1,63 | 0,10 | 1,67 | 0,20 | 8,20 |
| Dogridge | 78,1 | 1.467 | 75,9 | 75,1 | 3,67 | 1,73 | 0,10 | 1,83 | 0,17 | 8,67 |
| Isabel | 78,6 | 1.344 | 90,0 | 82,8 | 3,60 | 2,17 | 0,10 | 1,53 | 0,20 | 7,57 |

Tabela 2. Concentração de minerais no vinho Cabernet Sauvignon em função do porta-enxerto - safra 2000.

| Porta-enxerto | Minerais (mg.L ⁻¹) | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | P | K | Ca | Mg | Na | Mn | Cu | Fe | Zn | Rb |
| Rupestris du Lot | 92,6 | 1.560 | 85,6 | 93,7 | 4,50 | 1,93 | 0,17 | 1,73 | 0,23 | 11,33 |
| 101-14 | 89,2 | 1.320 | 85,1 | 93,8 | 4,63 | 1,63 | 0,17 | 1,83 | 0,17 | 10,60 |
| 3309 | 64,7 | 1.313 | 90,2 | 86,5 | 4,47 | 1,87 | 0,17 | 1,47 | 0,23 | 9,40 |
| 420A | 71,2 | 1.297 | 88,6 | 84,9 | 4,53 | 1,67 | 0,13 | 1,80 | 0,27 | 8,30 |
| 5BB | 111,5 | 1.596 | 94,2 | 90,6 | 4,27 | 1,87 | 0,17 | 1,53 | 0,17 | 10,60 |
| 161-49 | 64,7 | 1.235 | 89,5 | 86,9 | 4,40 | 1,57 | 0,13 | 1,83 | 0,23 | 8,60 |
| SO4 | 111,8 | 1.636 | 92,0 | 88,1 | 4,50 | 1,70 | 0,10 | 1,57 | 0,17 | 11,17 |
| Solferino | 65,8 | 1.569 | 86,9 | 80,4 | 4,50 | 1,60 | 0,10 | 1,63 | 0,23 | 12,07 |
| P1103 | 98,0 | 1.471 | 87,4 | 92,6 | 4,47 | 1,77 | 0,17 | 1,67 | 0,23 | 10,80 |
| R 99 | 93,3 | 1.503 | 87,9 | 87,0 | 4,40 | 1,77 | 0,10 | 1,73 | 0,20 | 9,33 |
| R 110 | 95,6 | 1.335 | 88,3 | 88,6 | 4,23 | 1,70 | 0,10 | 2,33 | 0,20 | 10,23 |
| Gravesac | 90,8 | 1.688 | 83,9 | 86,5 | 4,53 | 1,73 | 0,10 | 1,77 | 0,27 | 10,87 |
| Fercal | 77,6 | 1.406 | 82,1 | 82,1 | 4,37 | 1,77 | 0,10 | 1,83 | 0,37 | 40,47 |
| Dogridge | 82,5 | 1.695 | 84,9 | 85,3 | 4,93 | 1,53 | 0,10 | 1,80 | 0,17 | 12,53 |
| Isabel | 69,7 | 1.082 | 94,2 | 93,1 | 4,10 | 1,97 | 0,10 | 1,63 | 0,27 | 8,13 |

Cabernet Sauvignon elaborado com uva de videiras enxertadas no cv. Isabel que nos porta-enxertos Gravesac, Fercal e Dogridge e a de magnésio maior no de videiras enxertadas em Isabel e 101-14 que no Solferino. Mas, os resultados relacionados a esses dois minerais têm que ser avaliados com cautela porque eles estão presentes na calda bordalesa, fungicida utilizado no controle do míldio da videira. De fato, as pulverizações com esse fungicida podem ter sido feitas de forma não uniforme nas videiras de cada tratamento, as quais podem ter deixado resíduos desses minerais na uva. Pesquisa realizada na França mostra que os porta-enxertos 101-14, 3309 e SO4 não proporcionaram diferenças significativas nas concentrações de cálcio e magnésio nos vinhos Négrette. Entretanto, vinhos Malbec tiveram maiores concentrações de magnésio em videiras enxertadas sobre SO4 e menores em 3309 (GARCIA et al., 2001).

Concentrações elevadas de cálcio são responsáveis por turvação e precipitação de tartarato de cálcio no vinho

(ORDOÑEZ et al., 1983). Da mesma forma que o cálcio, o magnésio também pode estar presente no vinho pelas pulverizações de calda bordalesa. O magnésio é parte central da molécula de clorofila, responsável pelo processo da fotossíntese e, conseqüentemente, pela elaboração de açúcar. No vinho, ele contribui para a caracterização de sua tipicidade, participa da estabilidade, de aspectos organolépticos e de determinadas alterações. É, ainda, um elemento importante para a multiplicação e o metabolismo das leveduras (CRESWELL; ESCHENBRUCH, 1981).

O potássio é, em geral, o elemento que tem merecido a maior atenção dos pesquisadores. Contudo, os resultados registrados na literatura são conflitantes. De fato, a concentração deste cátion foi maior nos vinhos Syrah, Merlot e Chardonnay de plantas de pé-franco do que em vinhos de videiras enxertadas nos porta-enxertos 5C, Ru 140, P 1103, 3309 e 101-14 (HARBERTSON; KELLER, 2012). Por outro lado, resultado diverso foi constatado em vinho Shiraz, onde

Tabela 3. Concentração de minerais no vinho Cabernet Sauvignon em função do porta-enxerto - média de 1999 e 2000.

| Porta-enxerto | Minerais (mg.L ⁻¹) | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| | P | K | Ca | Mg | Na | Mn | Cu | Fe | Zn | Rb |
| Rupestris du Lot | 84,2 ^a | 1.451 a | 82,0 ab | 86,9 ab | 4,28 a | 1,82 a | 0,15 | 1,75 a | 0,18 a | 10,17 a |
| 101-14 | 81,4 a | 1.303 a | 84,3 ab | 88,7 a | 4,30 a | 1,75 a | 0,15 | 1,83 a | 0,20 a | 9,10 a |
| 3309 | 67,8 a | 1.395 a | 84,0 ab | 81,5 ab | 4,35 a | 1,73 a | 0,15 | 1,62 a | 0,20 a | 8,92 a |
| 420A | 65,0 a | 1.230 a | 86,5 ab | 80,5 ab | 3,98 a | 1,72 a | 0,13 | 1,75 a | 0,20 a | 8,37 a |
| 5BB | 80,2 a | 1.498 a | 87,4 ab | 81,6 ab | 4,27 a | 1,80 a | 0,15 | 1,53 a | 0,17 a | 8,87 a |
| 161-49 | 57,9 a | 1.188 a | 86,5 ab | 83,2 ab | 4,13 a | 1,55 a | 0,15 | 1,80 a | 0,23 a | 7,80 a |
| SO4 | 80,8 a | 1.464 a | 88,8 ab | 80,2 ab | 3,83 a | 1,67 a | 0,10 | 1,53 a | 0,13 a | 9,25 a |
| Solferino | 53,1 a | 1.468 a | 86,2 ab | 76,3 b | 4,18 a | 1,67 a | 0,10 | 1,83 a | 0,22 a | 9,85 a |
| P 1103 | 88,6 a | 1.373 a | 83,0 ab | 85,0 ab | 4,25 a | 1,80 a | 0,15 | 1,75 a | 0,22 a | 9,42 a |
| R 99 | 75,9 a | 1.363 a | 83,5 ab | 82,4 ab | 4,02 a | 1,73 a | 0,10 | 1,78 a | 0,15 a | 8,13 a |
| R 110 | 81,6 a | 1.231 a | 84,2 ab | 81,6 ab | 3,93 a | 1,70 a | 0,10 | 2,03 a | 0,17 a | 8,70 a |
| Gravesac | 79,9 a | 1.509 a | 81,1 b | 80,6 ab | 4,00 a | 1,72 a | 0,12 | 1,72 a | 0,20 a | 9,28 a |
| Fercal | 67,7 a | 1.348 a | 79,9 b | 78,0 ab | 4,08 a | 1,70 a | 0,10 | 1,75 a | 0,28 a | 24,33 a |
| Dogridge | 80,3 a | 1.581 a | 80,4 b | 80,2 ab | 4,30 a | 1,63 a | 0,10 | 1,82 a | 0,17 a | 10,60 a |
| Isabel | 74,2 a | 1.213 a | 92,1 a | 87,9 a | 3,85 a | 2,07 a | 0,10 | 1,58 a | 0,23 a | 7,85 a |
| Significância^b | | | | | | | | | | |
| Porta-enxerto | 0,54936 ^{ns} | 0,21958 ^{ns} | 0,01200 [*] | 0,00930 [*] | 0,72858 ^{ns} | 0,25901 ^{ns} | 0,28672 ^{ns} | 0,38572 ^{ns} | 0,14823 ^{ns} | 0,50106 ^{ns} |
| Ano | <0,00001 ^{**} | 0,00162 [*] | <0,00001 ^{**} | <0,00001 ^{**} | <0,00001 ^{**} | 0,80270 ^{ns} | 0,44922 ^{ns} | 0,97384 ^{ns} | 0,000409 ^{**} | 0,04243 [*] |
| Porta-enxerto x Ano | 0,47334 ^{ns} | 0,31336 ^{ns} | 0,82000 ^{ns} | 0,93311 ^{ns} | 0,57755 ^{ns} | 0,95742 ^{ns} | 0,950270 ^{ns} | 0,71412 ^{ns} | 0,49851 ^{ns} | 0,56606 ^{ns} |

^aMédias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ^{ns}= não significativo, ^{*}= significativo a 5%, ^{**}= significativo a 1%.

o vinho elaborado com uva de plantas enxertadas em Salt Creek teve maior concentração de potássio que o de pé-franco (HALE; BRIEN, 1978). Constatou-se, também, que o vinho Malbec apresentou menores concentrações de potássio em videiras enxertadas em 3309 e maiores em videiras de pé-franco e nos porta-enxertos Riparia Gloire e SO4, enquanto que o vinho Négrette teve maiores concentrações de potássio em 101-14, SO4 e em videiras de pé-franco (ATTIA et al., 2007).

O vinho Cabernet Sauvignon da Serra Gaúcha geralmente é rico em potássio (MIELE; RIZZON, 2013), o que é devido, principalmente, às características desse cultivar e do teor de potássio na maior parte dos solos dessa região. O potássio é um cátion muito importante para a videira, pois atua como ativador de muitas enzimas que participam de seu metabolismo. A deficiência em potássio dificulta o transporte dos carboidratos formados nas folhas através do floema e acumulado na película e semente da baga e na ráquis do cacho de uva. Além disso, ele tem participação importante na salificação do ácido tartárico, interferindo no pH e, conseqüentemente, na conservação do vinho e em suas características sensoriais.

A concentração de sódio também não foi afetada ($p \geq 0,05$) pelo porta-enxerto, elemento químico que normalmente está associado a cloretos. Ela diminui durante a fermentação alcoólica devido à utilização desse mineral pelas leveduras, mas pode aumentar pela adição de produtos enológicos (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998). Além disso, a presença deste cátion nos vinhos da Serra Gaúcha caracterizou-se por discriminar vinhos de diferentes regiões vitícolas da América do Sul (RIZZON et al., 1997).

As regiões vitícolas próximas ao litoral originam vinhos com teores de sódio mais elevados em relação aos de regiões interioranas, pois os solos dessas áreas têm maiores teores de cloreto de sódio. Assim, o vinho Shiraz elaborado com uvas de videiras enxertadas em Salt Creek teve maior concentração de cloretos que o vinho de videiras plantadas de pé-franco (HALE; BRIEN, 1978). Na Austrália, trabalhando com os cvs. Chardonnay e Shiraz, Walker et al. (2010) constataram que a concentração de cloretos foi, em geral, significativamente maior nos vinhos de plantas de pé-franco e nas enxertadas em K 51-40 e 1202 e menores nos vinhos provenientes de Ramsey, P 1103 e Ru 140. Mas, os resultados dos vinhos Chardonnay e Shiraz variaram conforme o local onde a pesquisa foi realizada.

O cobre é um mineral que precipita durante o processo de vinificação, por isso sua concentração nos vinhos dos 15 tratamentos foi baixa. O mosto da uva possui concentração mais elevada de cobre que o vinho, pois não há precipitação, o qual é proveniente dos tratamentos cúpricos para controlar o míldio da videira. A precipitação desse mineral ocorre na forma de sulfetos, junto com a borra, durante a fermentação alcoólica (AMATI, 1984; RIBÉREAU-GAYON et al., 1998). As leveduras também fixam parte do cobre presente no mosto. A concentração máxima de cobre permitida no vinho é de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Excedendo esse limite, ele pode ser responsável por uma série de alterações, como turvação e formação de substâncias que transmitem caracteres negativos ao vinho.

A concentração de manganês no vinho pode constituir-se numa característica da região onde é produzido (VOULGAROPOULOS; SOULIS, 1987). Entre as causas que favorecem o aumento da concentração desse elemento no vinho, citam-se a contaminação por produtos fitossanitários que contenham este cátion e a utilização de produtos enológicos (CABRERA-VIQUE et al., 2000). É um micronutriente que participa de importantes processos metabólicos da planta, como respiração, síntese da clorofila e fotossíntese, além de ser um ativador enzimático.

A concentração de ferro no vinho depende, principalmente, de sua presença no solo, podendo ainda ser liberado pelos equipamentos. No caso do presente experimento, a maquinaria foi de aço inoxidável, o que reduziu sua liberação ao meio. Nos vinhos conservados em condições de anaerobiose, em meio redutor, o ferro encontra-se na forma ferrosa (Fe^{++}), o qual é solúvel. Nos vinhos que possuem oxigênio dissolvido ou depois de uma aeração, o Fe^{++} se oxida passando para a forma férrica (Fe^{+++}) que pode precipitar, causando turvações (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998). O ferro é um componente estrutural dos citocromos e ativador de várias enzimas que participam de reações, como a formação da clorofila, fixação do nitrogênio e síntese de proteínas das plantas.

O zinco está presente em pequenas quantidades e sua carência é constatada principalmente em solos arenosos com elevado teor de fósforo. Ele participa de sistemas enzimáticos, particularmente na respiração celular, e intervém no metabolismo dos açúcares e das proteínas (RIBÉREAU-GAYON et al., 1998).

O rubídio é encontrado naturalmente nos vinhos em quantidades reduzidas e sua concentração está relacionada principalmente com seu teor no solo.

É um elemento pertencente ao grupo dos metais alcalinos, muito pouco difundido na natureza. A determinação desse elemento apresenta interesse na caracterização do vinho de regiões vitícolas. Nesse sentido, estudos demonstraram concentração mais elevada desse cátion nos vinhos da Serra Gaúcha em relação aos vinhos argentinos e uruguaios (RIZZON et al., 1997).

De modo geral, os parâmetros das variáveis avaliadas nos vinhos Cabernet Sauvignon das 15 combinações são condizentes com resultados obtidos anteriormente em trabalhos realizados com os vinhos Cabernet Franc (MANFROI et al., 2006) e Merlot (RIZZON; MIELE, 2009) e, também, com vinhos não varietais da Serra Gaúcha (RIZZON et al., 2008). Com relação ao efeito do porta-enxerto na videira, na uva e no vinho, há trabalhos que abordaram os componentes de produção da videira (MIELE; RIZZON, 2017) e da composição do mosto da uva (LEÃO et al., 2011; CHOU; LI, 2014; SOUZA et al., 2015). Entretanto, os artigos relacionados com a concentração de minerais no vinho são relativamente escassos, sendo que a maior parte deles avaliou um número limitado de porta-enxertos e de minerais.

A avaliação do efeito de porta-enxertos nas concentrações de minerais no vinho requer certa prudência, pois elas podem ser devidas ao efeito de defensivos agrícolas pulverizados/polvilhados para controlar pragas e doenças da videira, de produtos enológicos utilizados na elaboração do vinho e, ainda, podem ser provenientes da maquinaria e utensílios usados durante sua elaboração. Saliente-se que os resultados obtidos no presente trabalho são de vinhos que foram elaborados somente com a adição de dióxido de enxofre.

Portanto, a não ser a possibilidade de ter havido

Referências

- AMATI, A. Il rame e l'enologia. **Vignevini**, v.11, n.5, p.95-98, 1984.
- ATTIA, F.; GARCIA, F.; GARCIA, M.; BESNARD, E.; LAMAZE, T. Effect of rootstock on organic acids in leaves and berries and on must and wine acidity of two red wine grape cultivars 'Malbec' and 'Négrette' (*Vitis vinifera* L.) grown hydroponically. **Acta Horticulturae**, n.754, p.473-482, 2007.
- CABRERA-VIQUE, C.; TEISSEBRE, P.L.; CABANIS, M.T.; CABANIS, J.C. Manganese determination in grapes and wines from different regions of France. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.51, n.2, p.103-107, 2000.

influência das pulverizações de defensivos agrícolas nas concentrações de cálcio e de magnésio no vinho, e em parte da maquinaria e utensílios usados, as concentrações dos minerais no vinho Cabernet Sauvignon explicitadas neste trabalho são a expressão do efeito do porta-enxerto, considerando as condições de solo e de clima em que o trabalho foi realizado.

Conclusão

1. A maior parte dos minerais do vinho Cabernet Sauvignon não é afetada pelo porta-enxerto, mas ele tem efeito significativo nas concentrações de cálcio, onde o vinho CS/Isabel tem valores mais elevados que os dos vinhos CS/Gravesac, CS/Fecal e CS/Doridge. No caso do magnésio, as maiores concentrações são registradas nos vinhos CS/Isabel e CS/101-14, e menores no CS/Solferino. Essas diferenças devem ser observadas com cautela, pois podem ser devidas à aplicação de fungicidas aplicados na videira.
2. O ano tem efeito significativo na maior parte dos minerais, exceção ao manganês, cobre e ferro.
3. Não há efeito significativo da interação tratamento e ano nos minerais avaliados.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas da Embrapa Uva e Vinho que trabalharam na instalação do experimento e no manejo das videiras; à colega Magda Beatriz Gatto Salvador, pela análise dos minerais; ao Inra-Centre de Bordeaux-Aquitaine, pela gentileza de ter cedido parte do material vegetativo, especificamente os porta-enxertos Fercal e Gravesac.

- CHOU, M-I.; LI, K-T. Rootstock and seasonal variations affect anthocyanin accumulation and quality traits of 'Kyoho' grape berries in subtropical double cropping system. **Vitis**, v.53, n.4, p.193-199, 2014.

- CRESWELL, K.J.; ESCHENBRUCH, R. The variation in magnesium levels of some experimental grapes, grape juices and wines. **Food Technology**, v.16, n.1, p.37-43, 1981.

- FLORES, C.A.; PÖTTER, R.O.; SARMENTO, E.C.; WEBER, E.J.; HASENACK, H. **Os solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília: Embrapa, 2012. 176p.

- GARCIA, M.; IBRAHIM, H.; GALLEGOS, P.; PUIG, Ph. Effect of three rootstocks on grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Négrette, grown hydroponically. II. Acidity of musts and wines. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.22, n.2, p.104-106, 2001.
- GONG, H.J.; BLACKMORE, D.H.; CLINGELEFFER, P.R.; SYKES, S.R.; WALKER, R.R. Variation for potassium and sodium accumulation in a family from a cross between rootstocks K 51-40 and 140 Ruggeri. **Vitis**, v.53, n.2, p.65-72, 2014.
- HALE, C.R.; BRIEN, C.J. Influence of Salt Creek rootstock on composition and quality of Shiraz grapes and wine. **Vitis**, v.17, p.139-146, 1978.
- HARBERTSON J.F.; KELLER, M. Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: grape and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.63, n.1, p.40-48, 2012.
- JOGAIAH, S.; OULKAR, D.P.; BANERJEE, K.; SHARMA, J.; PATIL, A.G.; MASKE, S.R.; SOMKUWAR, R.G. Biochemically induced variations during some phenological stages in Thompson Seedless grapevines grafted on different rootstocks. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v.34, n.1, p.36-45, 2013.
- KELLER, M.; MILLS, L.J.; HARBERTSON, J.F. Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation and fruit ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.63, n.1, p.29-39, 2012.
- LEÃO, P.C.S.; BRANDÃO, E.O.; GONÇALVES, N.P.S. Produção e qualidade de uvas de mesa 'Sugraone' sobre diferentes porta-enxertos no submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Rural**, v.41, n.9, p.1526-1531, 2011.
- MAIN, G.; MORRIS, J.; STRIEGLER, K. Rootstock effects on Chardonnay productivity, fruit, and wine composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.53, n.1, p.37-40, 2002.
- MANFROI, L.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; BARRADAS, C.I.N. Composição físico-química do vinho Cabernet Franc proveniente de videiras conduzidas no sistema lira aberta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.2, p.290-296, 2006.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A. Intensidades da poda seca e do desbaste de cacho na composição da uva Cabernet Sauvignon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.1081-1093, 2013.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A. Rootstock-scion interaction: 1. Effect on the yield components of the Cabernet Sauvignon grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.39, n.1: (e-820), p.1-9, 2017.
- MIELE, A.; RIZZON, L.A.; GIOVANNINI, E. Efeito do porta-enxerto no teor de nutrientes em tecidos da videira 'Cabernet Sauvignon'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, n.4, p.1141-1149, 2009.
- ORDÓÑEZ, R.; PANEQUE, G.; MEDINA, M.; CORRAL, L. Estudio de mostos de vendimia y fermentados de la zona Montilla-Moriles: II. K, Ca, Na, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn. **Anales de Edafología y Agrobiología**, v.42, n.7-8, p.1133-1144. 1983.
- PERKIN ELMER. **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry**. Singapore: Perkin Elmer, 2000.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Traité d'oenologie**: chimie du vin, stabilisation et traitements. Paris: Dunod, 1998. v.2, 519p.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Características analíticas de vinhos Merlot da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v.39, p.1913-1916, 2009.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A.; ROSIER, J.P. Discrimination of wines from the Mercosul countries according to their mineral composition. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.31, n.1, p.43-47, 1997.
- RIZZON, L.A.; SALVADOR, M.B.G.; MIELE, A. Teores de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.635-641, 2008.
- SOUZA, C.R.; MOTA, R.V.; FRANÇA, D.V.C.; PIMENTEL, R.M.A.; REGINA, M.A. Cabernet Sauvignon grapevine grafted onto rootstocks during the autumn-winter season in southeastern Brazilian. **Scientia Agricola**, v.72, n.2, p.138-146, 2015.
- TEDESCO, M.J.; GIANELO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- VOULGAROPOULOS, A.; SOULIS T. Teneurs de certains vins grecs du commerce en lithium, potassium, sodium, magnésium, calcium, strontium, baryum, manganèse, fer et aluminium. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v.21, n.1, p.23-31, 1987.
- WALKER, R.R.; BLACKMORE, D.H. Potassium concentration and pH inter-relationships in grape juice and wine of Chardonnay and Shiraz from a range of rootstocks in different environments. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.183-193, 2012.
- WALKER, R.R.; BLACKMORE, D.H.; CLINGELEFFER, P.R. Impact of rootstock on yield and ion concentration in petioles, juice and wine of Shiraz and Chardonnay in different viticultural environments with different irrigation water salinity. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.16, p.243-257, 2010.